

**ปริยาภรณ์ พุทธอด: อัลตราฟิลเตรชันที่มีพอลิอิเล็กโทรไลต์ซึ่งเพิ่มประสิทธิภาพ
การกรองในการแยกสารหนูออกจากสารละลายน้ำ**

(POLYELECTROLYTE-ENHANCED ULTRAFILTRATION FOR
REMOVAL OF ARSENIC FROM AQUEOUS SOLUTIONS)

อาจารย์ที่ปรึกษา: รศ. ดร. เค็นเนท เจ. แฮลเลอร์, 208 หน้า ISBN 974-533-
222-4

อัลตราฟิลเตรชันที่มีพอลิอิเล็กโทรไลต์ซึ่งเพิ่มประสิทธิภาพการกรอง (PEUF) ด้วยพอลิได
แอลควิโดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์หรือ QUAT ซึ่งเป็นพอลิอิเล็กโทรไลต์ที่มีประจุบวก ได้ถูกใช้
ในการทดลองแยกสารหนูออกจากสารละลายน้ำ ในระบบ PEUF พอลิอิเล็กโทรไลต์ซึ่งละลายน้ำ
ได้และมีประจุตรงกันข้ามสามารถจับกับไอออนสารหนูได้เป็นสารเชิงซ้อนอาร์ซีนะที่มีประจุ หลัง
จากนั้นสารละลายได้ถูกแยกออกโดยอัลตราฟิลเตรชันที่เป็นแผ่นเยื่อที่มีช่องเล็กที่พอลิเมอร์ไม่
สามารถผ่านไปได้ มีเพียงอาร์ซีนะที่ไม่ได้จับกับพอลิเมอร์ซึ่งอยู่ในสารละลายที่มีความเข้มข้นสูง
ของรีเทนเทท (สารละลายที่ไม่สามารถผ่านแผ่นเยื่อได้) สามารถแทรกผ่านเยื่อแผ่นไปได้ สารหนู
ถูกแยกออกได้สูงถึง 99.95 เปอร์เซ็นต์ โดยเปอร์เซ็นต์การแยกเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ
พอลิเมอร์ และลดลงเมื่อค่าความแรงของไอออนเพิ่มขึ้น (ซึ่งทำโดยการใส่เกลือลงไป) ค่าในการ
แยกเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH จาก 6.5 ถึง 8.5) เนื่องมาจากอัตราส่วนของสารหนู
ในรูปของ HAsO_4^{2-} ต่อ H_2AsO_4^- ในสารละลายเพิ่มขึ้นจึงเป็นการส่งเสริมให้สารหนูในรูปของ
อาร์ซีนะจับกับพอลิเมอร์มากขึ้น จุดที่เป็นเจล (จุดที่ความเข้มข้นของพอลิเมอร์ซึ่งค่าฟลักซ์เป็น
ศูนย์) พบว่ามีค่า 655 ถึง 665 มิลลิโมลาร์ (ประมาณ 5.98 ถึง 6.07 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก) ซึ่งสอดคล้องกับผลที่ได้จากระบบ PEUF ที่ได้ศึกษามาก่อนหน้านี้ จุดที่เจลมีค่าสูงนี้หมายถึงในการนำเอ
น้ำกลับคืนมาได้สูง (มากกว่า 99 เปอร์เซ็นต์)

เพื่อให้มีการประหยัดมากขึ้นสำหรับกระบวนการแยกสารหนูโดยอัลตราฟิลเตรชันที่มี
พอลิอิเล็กโทรไลต์ซึ่งเพิ่มประสิทธิภาพการกรอง จึงได้ศึกษาการนำพอลิเมอร์จากส่วนรีเทนเทท
กลับมาใช้ใหม่โดยการตกตะกอนอาร์ซีนะด้วยไอออนโลหะที่มีประจุบวกสอง ผลการทดลองพบ
ว่า QUAT ทำให้มีการเพิ่มขึ้นของเสถียรภาพการกระจาย (อัตราเร็วในการตกตะกอนช้าลง) ของ
อนุภาคเบรียมไฮโดรเจนอาร์ซีนะโมโนไฮดรตเนื่องมาจากการดูดซับของ QUAT และความหนืด
ที่เพิ่มขึ้นทำให้เกิดการรวมกันของอนุภาคมากขึ้น การดูดซับของพอลิอิเล็กโทรไลต์บนอนุภาคเพิ่ม

ขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ QUAT ลดความแรงของไอออนและลดอัตราส่วนความเข้มข้นของแบเรียมต่ออาร์ซีเนทลง อัตราเร็วในการตกตะกอนเพิ่มขึ้นเมื่อลดความเข้มข้นของ QUAT ลง เพิ่มความเข้มข้นของอิเล็กโทรไลต์และเพิ่มอุณหภูมิ ความหนืดของสารละลายเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ QUAT ลดความแรงของไอออน ลดอุณหภูมิและลดอัตราส่วนความเข้มข้นของแบเรียมต่ออาร์ซีเนทลง ผลึกแบเรียมไฮโดรเจนอาร์ซีเนทโมโนไฮเดรตที่ได้มีลักษณะรูปร่างเป็นแผ่น ขนาดอนุภาคเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ QUAT เพิ่มความเข้มข้นของเกลือ เพิ่มอุณหภูมิและลดอัตราส่วนความเข้มข้นของแบเรียมต่ออาร์ซีเนทลง เมื่อใส่ QUAT ในระหว่างการเกิดอนุภาคมีผลทำให้การกระจายของขนาดอนุภาคเลื่อนไปทางอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ขึ้น ทำให้ตะกอนตกเร็วขึ้นแต่อย่างไรก็ตาม อนุภาคที่มีขนาดเล็กมากก็มีเสถียรภาพในการกระจายไปในสารละลายเนื่องจากถูกดูดซับโดย QUAT และความหนืดที่เพิ่มขึ้นจึงทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการตกตะกอนนานมากขึ้น

การดูดซับ QUAT บนอนุภาคของโซเดียมคอปเปอร์อาร์ซีเนทลอไรด์เตตระไฮเดรตเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของพอลิเมอร์ ลดความแรงของไอออน และลดอัตราส่วนความเข้มข้นของคอปเปอร์ต่ออาร์ซีเนทลง ผลึกของอนุภาคมีลักษณะรวมกันเป็นก้อนค่อนข้างกลม อนุภาคที่ไม่มี QUAT มีการกระจายของขนาดอนุภาคเป็นแบบสองช่วงซึ่งแตกต่างจากอนุภาคที่มี QUAT มีการกระจายอนุภาคเป็นแบบหลายช่วง ขนาดอนุภาคเฉลี่ยลดลงเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ QUAT เพิ่มความเข้มข้นของเกลือ ลดอุณหภูมิและลดอัตราส่วนความเข้มข้นของคอปเปอร์ต่ออาร์ซีเนทลง อนุภาคนาโนขนาดเล็กที่ไม่มี QUAT อยู่ด้วยจะทำให้การตกตะกอนช้าลงขณะที่การมีอนุภาคนาโนใหญ่และมี QUAT อยู่ด้วยช่วยให้อัตราเร็วในการตกตะกอนสูงขึ้น อัตราเร็วในการตกตะกอนเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ QUAT เพิ่มความเข้มข้นของอิเล็กโทรไลต์ เพิ่มอุณหภูมิและเพิ่มอัตราส่วนความเข้มข้นของคอปเปอร์ต่ออาร์ซีเนท ส่วนความหนืดของสารละลายเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ QUAT ลดความแรงของไอออน ลดอุณหภูมิและลดอัตราส่วนความเข้มข้นของคอปเปอร์ต่ออาร์ซีเนทลง

สาขาวิชาเคมี

ปีการศึกษา 2546

ลายมือชื่อนักศึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

**PREEYAPORN POOKROD: POLYELECTROLYTE-ENHANCED
ULTRAFILTRATION FOR REMOVAL OF ARSENIC FROM
AQUEOUS SOLUTIONS**

**THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. KENNETH J. HALLER, Ph.D.,
208 PP. ISBN 974-533-222-4**

Polyelectrolyte-enhanced ultrafiltration (PEUF), using cationic polyelectrolyte poly(diallyldimethyl ammonium chloride) or QUAT was used to investigate the removal of arsenic(V) from dilute aqueous solutions. In PEUF a water-soluble polyelectrolyte of opposite charge to that of the target ion binds the charged arsenate complex. The solution is then treated by ultrafiltration with membrane pore sizes small enough to block the polymer. Only the residual unbound arsenate at the concentration in the retentate (solution not passing through the membrane) is present in the permeate solution passing through the membrane. Arsenic rejections as high as 99.95% are obtained, and rejections increase with increasing polymer concentration and decrease with increasing ionic strength (added salt concentration). Arsenic rejection increases with increasing pH (pH of 6.5 to 8.5) as the $\text{HAsO}_4^{2-}/\text{H}_2\text{AsO}_4^-$ ratio in solution increases, improving arsenate binding to the polymer. The gel point concentration (polymer concentration at which the flux becomes zero) was found to be 655 to 665 mM, (approximately 5.98 to 6.07 wt%) consistent with previous PEUF studies. These high gel points mean that high water recoveries (> 99%) are achievable in this separation process.

To enhance the economic competitiveness of this PEUF process, polymer recovery from the retentate by addition of divalent metal ion to precipitate the arsenate was studied. The QUAT causes an increased dispersion stability (decreased sedimentation rate) of barium hydrogen arsenate monohydrate particles due to barriers to coalescence due to QUAT adsorption and to increased viscosity. The adsorption of polyelectrolyte on the particles increases with increasing QUAT concentration,

decreasing ionic strength, and decreasing barium to arsenate concentration ratio. The sedimentation rate of the crystals increases with decreasing QUAT concentration, increasing electrolyte concentration, and increasing temperature. The viscosity of the supernatant solution increases with increasing QUAT concentration, decreasing ionic strength, decreasing temperature, and decreasing barium to arsenate concentration ratio. The barium hydrogen arsenate monohydrate crystallizes with a plate morphology. The average particle size increases with increasing QUAT concentration, increasing salt concentration, increasing temperature, and decreasing barium to arsenate concentration ratio. When QUAT is present during formation of the particles the entire size distribution shifts to larger particles, implying faster sedimentation. However, the very fine particles are stabilized as a dispersion by QUAT absorption and the increased viscosity leading to longer settling times for the total particulate material.

The adsorption of QUAT on sodium copper arsenate chloride tetrahydrate particles increases with increasing polymer concentration, decreasing ionic strength, and decreasing copper to arsenate concentration ratio. The particles forms spherical crystal agglomerates. The particle in the absence of QUAT shows bimodal particle size distributions, while particles in the presence of QUAT show multimodal distributions. The average particle size decreases with increasing QUAT concentration, increasing salt concentration, decreasing temperature, and decreasing copper to arsenate concentration ratio. The smaller size in the absence of QUAT leads to slow sedimentation while the larger size in the presence of QUAT gives higher sedimentation rates. The sedimentation rate of the crystals increases with increasing QUAT concentration, increasing electrolyte concentration, increasing temperature, and increasing copper to arsenate concentration ratio. The viscosity of the supernatant solution increases with increasing QUAT concentration, decreasing ionic strength, decreasing temperature, and decreasing copper to arsenate concentration ratio.

School of Chemistry

Student's Signature

Academic Year 2003

Advisor's Signature

Co-advisor's Signature